



# Circular Técnica

Campina Grande, PB  
Dezembro, 2011

## Autores

**Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira**  
Engenheiro agrônomo, D.Sc.  
pesquisador da Embrapa Algodão,  
Núcleo de Pesquisa do Cerrado,  
GO, [acunha@cnpa.embrapa.br](mailto:acunha@cnpa.embrapa.br)

**Ana Luiza Dias Coelho Borin**  
Engenheira agrônoma, D.Sc.  
pesquisadora da Embrapa Algodão,  
Núcleo de Pesquisa do Cerrado, GO  
[ana.borin@cnpa.embrapa.br](mailto:ana.borin@cnpa.embrapa.br)

**Fernando Mendes Lamas**  
Engenheiro agrônomo, D.Sc.  
pesquisador da Embrapa  
Agropecuária Oeste, Dourados, MS  
[lamas@cpao.embrapa.br](mailto:lamas@cpao.embrapa.br)



## Espécies Vegetais de Cobertura do Solo para o Sistema de Semeadura Direta do Algodoeiro

O Cerrado brasileiro constitui-se na principal região produtora de algodão no Brasil, prevalecendo, na maioria dos casos, o monocultivo e o sistema convencional de preparo do solo. No entanto, sabe-se que devido às características climáticas predominantes nesse bioma o sistema mais adequado é o de semeadura direta. A adoção desse sistema em substituição à prática de agricultura em terra “nua” tem-se caracterizado como um investimento na preservação dos recursos naturais, propiciando a conservação e manutenção da capacidade produtiva dos solos, evitando a erosão e aumentando o teor de matéria orgânica (ANGHINONI, 2007; TORRES et al., 2005).

Para sua viabilização técnica e econômica, o sistema de semeadura direta (SSD) deve ser visto como um sistema de produção que abrange um complexo ordenado de práticas agrícolas. Tais práticas incluem o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura para formar e manter a palha sobre o solo (MUZZILI, 2000).

O sucesso do SSD depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades suficientes de matéria seca, com o intuito de manter o solo coberto durante todo o ano. No entanto, uma das dificuldades para o cultivo do algodoeiro no SSD é a falta de opções de espécies vegetais para uso como cobertura do solo e formação de palha, adaptadas às condições do Cerrado brasileiro (PAVINATO, 2005).

A maioria das informações sobre palha é gerada para culturas de ciclo menor que o do algodoeiro, sendo que este pode permanecer no campo por períodos superiores a 200 dias. Nesse caso, a persistência da palha na superfície do solo deve ser alta, de forma que os benefícios da cobertura do solo sejam obtidos (FERREIRA et al., 2010).

No SSD as palhas acumuladas pelas espécies de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais criam ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo. Contudo, a formação e a manutenção de cobertura morta são grandes entraves ao estabelecimento da semeadura direta no Cerrado brasileiro. As altas temperaturas, associadas ao teor de água do solo, promovem a rápida decomposição da fitomassa acumulada, diminuindo a sua persistência (CARVALHO; FERREIRA, 2007; GONÇALVES et al., 2010). A cobertura morta, resultante apenas dos restos culturais de lavouras anteriores e de plantas daninhas, geralmente é insuficiente para a plena cobertura do solo. Por isso, é importante estudar espécies de cobertura, sobretudo gramíneas, para viabilizar o cultivo do algodoeiro no SSD.

Nesta circular técnica são apresentadas as características desejáveis para a escolha de espécies, os principais benefícios e limitações das plantas de cobertura para cultivo anterior ao do algodoeiro, além de resultados e sugestões do manejo adequado dessa tecnologia para as condições do Cerrado.

## Características Desejáveis das Espécies para Cobertura do Solo

Uma planta de cobertura deve satisfazer certas exigências, tais como: ser de fácil estabelecimento e adaptação ao ambiente; ter rápido crescimento da parte aérea e raízes; ter tolerância ao déficit hídrico; produzir quantidade suficiente de matéria seca; possibilitar boa cobertura, proteção e persistência no solo para posterior semeadura direta do algodoeiro; não ser hospedeira de doenças, pragas e fitonematoides das culturas integrantes do sistema produtivo. Além disso, a disponibilização de sementes deve ser fácil; se possível, a espécie deve servir como fonte de alimentação humana ou dos animais; auxiliar no manejo das plantas daninhas e de forma alguma tornar-se invasora nos cultivos posteriores; ser de fácil manejo de dessecação e, principalmente, não interferir no desenvolvimento do algodoeiro.

## Principais Benefícios das Espécies de Cobertura do Solo

Na escolha das plantas de cobertura para formar palha, deve-se considerar a produção de biomassa e a persistência sobre o solo (KLIEMANN et al., 2006), a fim de que a palha possa atuar efetivamente na proteção contra a erosão hídrica e eólica. Além disso, a palha deve favorecer a retenção de água no solo quando em condições de déficit hídrico e disponibilizar nutrientes às culturas por meio da mineralização da matéria orgânica das espécies de cobertura (NUNES et al., 2006). A seguir, os principais benefícios das espécies de cobertura serão descritos.

### 1. Proteção do solo

A camada de palha sobre a superfície do solo funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protegendo-o contra o impacto direto das gotas de chuva, atuando como obstáculo ao movimento do excesso de água que não infiltra no solo e impedindo o transporte de partículas minerais e orgânicas pela enxurrada (HECKLER et al., 1998). Ademais, os resíduos vegetais protegem o solo do aquecimento excessivo e da perda de água, graças à alta refletividade da radiação solar e à baixa condutividade térmica dos resíduos, e diminuem a amplitude térmica diária (JOHNSON; LOWERY, 1985), enquanto no

plantio convencional as variações de temperatura do solo entre o dia e a noite são altas, por causa da alta incidência de radiação solar durante o dia e das perdas de calor do solo durante a noite (GONÇALVES et al., 2010).

Para garantir adequada cobertura do solo é recomendada produção de matéria seca superior a 6.000 kg/ha (ALVARENGA et al., 2001; NUNES et al., 2006). Vale ressaltar que as plantas de cobertura, além de produzirem matéria seca em quantidade suficiente para a semeadura direta, têm que permanecer no solo durante o ciclo do algodoeiro. Esta característica relaciona-se com a persistência da biomassa vegetal, que depende de vários fatores, sendo a quantidade de resíduos adicionada ao solo, a degradabilidade e as condições ambientais (temperatura e teor de água) seus principais determinantes. Kliemann et al. (2006) observaram que as palhas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente foram: mombaça (palha mais duradoura) > sorgo > milheto > estilosantes > guandu > braquiária solteira > braquiária consorciada (palha menos duradoura).

Lamas e Staut (2005) avaliaram a produção e persistência de *Brachiaria ruziziensis*, em cultivo solteiro, semeada após a colheita da soja. Na primeira avaliação, em julho de 2004, a planta produziu 10.300 kg/ha de matéria seca; depois de 5 meses, quando o algodoeiro já estava estabelecido na área, a palha persistente no solo equivalia a 9.200 kg/ha; em março de 2005, havia ainda 7.900 kg/ha, e em setembro de 2005, ou seja, um ano e dois meses após a primeira quantificação, a matéria seca de braquiária que protegia o solo era da ordem de 5.960 kg/ha. A quantidade remanescente de matéria seca de braquiária mais crotalária, e de braquiária mais guandu, em 14 meses, foi de 49,3% e de 63,75%, respectivamente. Outras espécies, como milheto, sorgo, capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), guandu e crotalária, cultivadas em sistema solteiro, foram totalmente decompostas em maio de 2005, antes da colheita do algodão.

Ferreira et al. (2010), estudando no Cerrado de Goiás várias espécies de cobertura (Tabela 1) semeadas após a colheita de soja precoce, observaram que a maior produção e persistência da palha sobre o solo durante o cultivo do algodoeiro no sistema de semeadura direta foi,

**Tabela 1.** Biomassa seca, em kg/ha, de espécies vegetais para cobertura do solo, semeadas em 6 de março de 2007, avaliadas em 22/11/2007 – primeira avaliação (AV) (261 dias), em 31/1/2008 – segunda AV (331 dias), em 1/3/2008 – terceira AV (361 dias) e em 11/4/2008 – quarta AV (402 dias).

| Espécies                               | 1ª AV        | 2ª AV   | 3ª AV   | 4ª AV       |
|--|--------------|---------|---------|-------------|
| <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia    | 16.647 a     | 3.884 a | 2.793 a | 1.792 abcde |
| <i>Brachiaria decumbens</i>            | 14.777 ab    | 4.752 a | 3.247 a | 2.958 a     |
| <i>Sorghum bicolor</i> cv. BRS 700     | 13.837 ab    | 4.546 a | 2.896 a | 2.423 abc   |
| <i>B. brizantha</i> cv. Marandu        | 12.451 abc   | 4.708 a | 3.070 a | 2.223 abcd  |
| <i>B. brizantha</i> cv. MG4            | 12.228 abc   | 4.031 a | 2.907 a | 2.707 ab    |
| <i>B. brizantha</i> cv. Piatã          | 10.671 abcd  | 4.262 a | 3.158 a | 2.577 ab    |
| <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés         | 10.465 abcd  | 3.622 a | 3.184 a | 2.591 ab    |
| <i>P. maximum</i> cv. Mombaça          | 10.361 abcde | 3.758 a | 1.944 a | 1.855 abcde |
| <i>Sorghum bicolor</i> cv. Santa Eliza | 9.769 abcde  | 2.901 a | 2.246 a | 2.027 abcde |
| <i>Paspalum atratum</i> cv. Pojuca     | 9.356 abcde  | 4.047 a | 2.092 a | 1.374 bcde  |
| <i>P. maximum</i> cv. Massai           | 9.279 abcde  | 3.349 a | 2.057 a | 1.939 abcde |
| <i>Pennisetum glaucum</i> cv. ADR 500  | 8.604 bcde   | 3.001 a | 1.929 a | 1.599 abcde |
| <i>Crotalaria spectabilis</i>          | 5.840 cde    | 2.840 a | 2.419 a | 777 e       |
| <i>Eleusine coracana</i>               | 3.602 de     | 3.065 a | 1.537 a | 1.075 cde   |
| Pousio*                                | 2.648 e      | 1.975 a | 903 a   | 911 de      |
| Média                                  | 10.036       | 3.674   | 2.445   | 1.933       |
| Coeficiente de variação (%)            | 30,50        | 30,51   | 39,99   | 26,69       |
| P                                      | 0,001        | 0,095   | 0,091   | 0,001       |

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Biomassa seca relativa às plantas infestantes.

Fonte: Ferreira et al. (2010).

em ordem decrescente, da espécie *Panicum maximum* cv. Tanzânia, (Tabela 1), seguida por *Brachiaria decumbens*, *Sorghum bicolor* cv. BRS 700, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria brizantha* cv. MG4, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Massai, *Paspalum atratum* cv. Pojuca, *Sorghum bicolor* cv. Santa Eliza, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e plantas daninhas (pousio).

Em outro trabalho, Ferreira e Lamas (2010) observaram que as espécies *Brachiaria ruziziensis*, *B. ruziziensis* associada a *Crotalaria juncea*, *B. ruziziensis* associada a *C. spectabilis* e *P. glaucum* associada a *R. sativus*, semeadas após a colheita da soja precoce, produziram adequada quantidade de biomassa seca para a semeadura direta do algodão. De acordo com os autores, a biomassa seca da *B. ruziziensis*, cultivada de forma solteira ou consorciada com *C. juncea* e com *C. spectabilis*, apresentou boa persistência e propiciou boa cobertura do solo ao longo do ciclo do algodoeiro (Tabela 2).

Em avaliação realizada aos 75 dias após a semeadura do algodoeiro, os mesmos autores

verificaram que a cobertura do solo seguiu o comportamento da produção de biomassa seca, sendo que a melhor cobertura do solo, superior a 80% da área da superfície, foi exercida pelas espécies com maior produção de biomassa (*B. ruziziensis*, *B. ruziziensis* consorciada com *C. juncea* e *B. ruziziensis* consorciada com *C. spectabilis*) (Tabela 2). Aos 175 dias após a semeadura do algodoeiro, imediatamente após a colheita, estes mesmos autores observaram que a quantidade de biomassa seca na superfície do solo foi superior a 4.900 kg/ha, nos tratamentos contendo *B. ruziziensis* como espécie de cobertura. Os resíduos deixados pelas gramíneas, por apresentarem elevada relação carbono:nitrogênio (C:N), decompõem-se mais lentamente e permanecem mais tempo sobre o solo, reduzindo a erosão, o que é desejável, principalmente nas regiões de clima tropical, que favorece a rápida decomposição dos resíduos das culturas (PIRES et al., 2008; CARVALHO et al., 2009).

Uma alternativa de cultivo da braquiária é na forma consorciada com o milho. Neste sistema, as sementes de *Brachiaria* sp. podem ser misturadas com o fertilizante aplicado na primeira adubação em cobertura (Figura 1), ou juntamente com

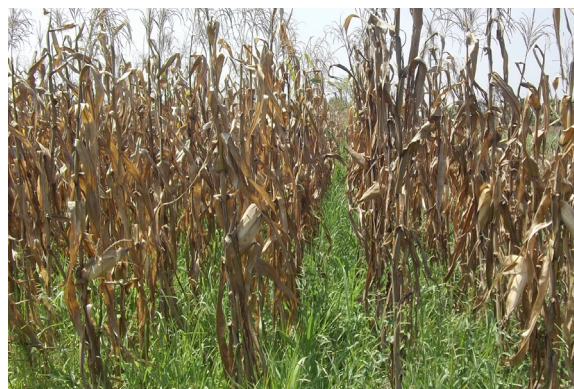
**Tabela 2.** Biomassa seca, em kg/ha, das espécies vegetais de cobertura, antes da dessecação (30 dias antes da semeadura - DAS), aos 113 e 175 dias após a emergência do algodoeiro (113 e 175 DAE), e porcentagem de cobertura do solo aos 75 DAE.

| Espécies de cobertura                                 | Biomassa seca (kg/ha) |         |         | (%) de cobertura do solo |
|---|-----------------------|---------|---------|--------------------------|
|   | 30 DAS                | 113 DAE | 175 DAE |                          |
| <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i> | 8417 a                | 7783 a  | 5478 a  | 92,8 a                   |
| <i>Brachiaria ruziziensis</i>                         | 8183 a                | 7497 a  | 4926 a  | 92,5 a                   |
| <i>B. ruziziensis</i> + <i>C. juncea</i>              | 9067 a                | 7417 a  | 5704 a  | 89,2 a                   |
| <i>Sorghum bicolor</i> + <i>C. spectabilis</i>        | 4167 b                | 4100 b  | 1175 b  | 79,4 b                   |
| <i>Sorghum bicolor</i>                                | 5033 b                | 3683 b  | 1455 b  | 78,3 b                   |
| <i>Pennisetum glaucum</i> + <i>C. juncea</i>          | 4183 b                | 3317 b  | 1726 b  | 76,9 b                   |
| <i>P. glaucum</i> + <i>C. spectabilis</i>             | 4783 b                | 3150 b  | 1596 b  | 74,7 b                   |
| <i>Pennisetum glaucum</i>                             | 5200 b                | 4050b   | 2422 b  | 74,7 b                   |
| <i>Eleusine coracana</i> + <i>C. juncea</i>           | 4733 b                | 3233 b  | 1088 b  | 71,1 c                   |
| <i>Sorghum bicolor</i> + <i>C. juncea</i>             | 4583 b                | 3183 b  | 1363 b  | 70,6 c                   |
| <i>Pennisetum glaucum</i> + <i>Raphanus sativus</i>   | 6817 a                | 3333 c  | 1645 b  | 70,3 c                   |
| <i>Crotalaria juncea</i>                              | 4517 b                | -       | -       | 67,5 c                   |
| <i>Eleusine coracana</i>                              | 3217 b                | 1617 c  | 902 b   | 67,2 c                   |
| <i>Eleusine coracana</i> + <i>C. spectabilis</i>      | 4233 b                | 3067 b  | 1126 b  | 66,4 c                   |
| <i>Crotalaria spectabilis</i>                         | 4017 b                | 2383 b  | 906 b   | 62,5 c                   |
| <i>Avena strigosa</i>                                 | 1700 c                | -       | -       | 60,8* c                  |
| <i>Pousio</i>   | 883 c                 | -       | -       | 53,3* d                  |
| <i>Avena strigosa</i> + <i>Raphanus sativus</i>       | -                     | -       | -       | 31,7* e                  |
| <i>Raphanus sativus</i>                               | -                     | -       | -       | 26,7* e                  |
| C.V. (%)  | 36,7                  | 29,6    | 39,7    | 15,1                     |

Grupos de médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

\* Porcentagem de cobertura exercida pelas plantas infestantes manejadas com herbicidas.

Fonte: Ferreira e Lamas (2010).



**Fig. 1.** *Brachiaria ruziziensis* semeada junto com o fertilizante nitrogenado e potássico de cobertura, aos 20 dias após a emergência do milho (esquerda) e na época da colheita do milho (direita).

o adubo de semeadura do milho. Braz et al. (2010) observaram que, aos 107 dias após a emergência, a braquiária, semeada junto com o milho, produziu 4.730 kg/ha de matéria seca, sem contar com os restos culturais de milho deixados após sua colheita. Nesse caso, é necessário o uso de subdoses de herbicidas graminicidas, a exemplo do nicosulfurom ou do tembotriona, com o objetivo de evitar que o crescimento da braquiária comprometa a produtividade do milho

(SILVA et al., 2004). Ademais, quanto mais tarde for realizada a semeadura da braquiária em relação à semeadura do milho, mais difícil será o seu estabelecimento e menor será sua eficiência em produzir biomassa. Uma opção é misturar as sementes de *B. ruziziensis* ou de *B. brizantha* com o fertilizante e dispô-las no solo, por ocasião da primeira adubação de cobertura, sobretudo quando esta é antecipada para os 15 dias após a emergência do milho. As sementes germinarão



e não competirão com o milho; no entanto, as plântulas serão menos vigorosas, estioladas, com menor número de perfilhos, gerando, como consequência, menor índice de área foliar (PORTES et al., 2000). Mas, posteriormente, com a senescência e colheita do milho, a *Brachiaria* sp. terá espaço e luz suficientes para crescer e produzir biomassa, dependendo da disponibilidade hídrica.

Por causa da maior persistência, as gramíneas têm preferência como cultura de cobertura de solo que antecede ao cultivo do algodão. Além disso, agregam outras características desejáveis, como controle de plantas daninhas e nematoides (LAMAS; STAUT, 2005). Entretanto, a menor velocidade de decomposição dos resíduos também reduz a taxa de liberação de nutrientes ao solo, podendo ocorrer, inclusive, imobilização microbiana de N (SILVA et al., 2006) em virtude da maior relação C:N dos resíduos.

## 2. Fixação de nitrogênio

O uso de leguminosas como espécie de cobertura do solo é uma opção interessante, pois algumas apresentam alta capacidade de fixação biológica do nitrogênio (FBN), melhorando, portanto, a condição química do solo, podendo ser uma alternativa promissora na suplementação de nitrogênio (N) para as culturas em sucessão (AMADO et al., 2003; SISTI et al., 2004).

Conforme Lopes et al. (2004), a introdução de leguminosas ou plantas recicladoras de nitrogênio como plantas de cobertura melhora a fertilidade do solo, disponibiliza nitrogênio para outras espécies cultivadas e pode reduzir a dose de N em 50%.

Seguindo esse princípio, alguns trabalhos envolvendo leguminosas foram desenvolvidos em sistema de semeadura direta por Ferreira et al. (2010) e Ferreira e Lamas (2010). Dentre as espécies estudadas a *Crotalaria spectabilis* e a *Crotalaria juncea* têm se mostrado promissoras, pois são capazes de produzir biomassa, além de serem fixadoras de nitrogênio, com baixa relação C:N e, conseqüentemente, apresentarem rápida taxa de decomposição e mineralização de nutrientes, principalmente o nitrogênio. Ferreira e Lamas (2010) observaram que quando essas espécies são consorciadas com a *Brachiaria ruziziensis* não apresentam dificuldade de

controle químico, e a produção de biomassa foi superior a 6.000 kg/ha, quantidade adequada para a semeadura direta e boa cobertura do solo (ALVARENGA et al., 2001; NUNES et al., 2006).

Outra leguminosa, o guandu anão [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], se desenvolve muito bem nas condições tropicais e subtropicais, e, dependendo das condições edafoclimáticas, sua parte aérea pode passar de 3 m de altura. Adicionalmente, apresenta boa capacidade de enraizamento em profundidade, o que demonstra seu potencial na absorção de água, bem como na ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo (BRAZ et al., 2010). A espécie estilosa (*Stylosanthes guianensis*), leguminosa perene, pode atingir 2,5 m de altura, apresentando boa adaptação aos solos ácidos e de baixa fertilidade, boa retenção de folhas no período seco, grande resistência ao pisoteio durante o pastejo, boa capacidade de consorciação com gramíneas, boa resistência a pragas e doenças e boa capacidade de FBN.

Para alcançar o máximo de benefício pelas plantas de cobertura, a consorciação de leguminosas e gramíneas dentro do sistema de rotação de culturas é promissora por favorecer a proteção do solo contra processos erosivos, favorecer a maior retenção de água no solo, além de disponibilizar nutrientes por meio da ciclagem e FBN, diminuindo, assim, as adubações nitrogenadas de cobertura na cultura subsequente.

## 3. Ciclagem de nutrientes

Com a produção de massa vegetal pelas espécies de cobertura antecedendo o algodoeiro, haverá a absorção e ciclagem de nutrientes disponíveis no solo. A palha deixada sobre a superfície do solo acumula quantidades consideráveis de nutrientes, os quais ficam temporariamente indisponíveis às plantas em crescimento, semeadas diretamente sobre a palha. O tempo de duração desse ciclo, até que os nutrientes retornem ao solo e fiquem disponíveis para a cultura em sucessão, está em virtude da quantidade de biomassa produzida, das características das plantas que deram origem a essa palha, do manejo utilizado (biomassa sobre o solo ou incorporada), da taxa de decomposição e principalmente das condições de clima, do solo e da atividade biológica.

Para ilustrar a importância da ciclagem de nutrientes, Salton e Lamas (2011) apresentam as quantidades totais de nutrientes disponibilizadas por algumas espécies forrageiras durante o ciclo do algodoeiro (Tabela 3).

Em outro trabalho realizado por Braz et al. (2004), estudando as espécies *Pennisetum glaucum* (milheto), *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observou-se que o milheto foi a gramínea que mais acumulou nutrientes no limbo foliar e no menor tempo, seguido pelo Mombaça e Marandu. Entre os macronutrientes, os maiores acúmulos foram de nitrogênio (N) e de potássio (K), e o menor foi o de fósforo (P). No caso do milheto, o acúmulo máximo foi observado entre 52 e 55 dias após a emergência (DAE), e os valores estimados foram de 348 kg/ha, 36 kg/ha e 314 kg/ha de N, P e K, respectivamente. De acordo com os autores, essas quantidades são bem maiores que as normalmente aplicadas ao solo pela adubação de semeadura e cobertura, e isso demonstra a grande capacidade de absorção de nutrientes por essa cultura. Após 55 DAE os teores de nutrientes nas folhas reduziram em virtude da distribuição para os grãos em formação. A quantidade de matéria seca da parte aérea do milheto, aos 52 dias DAE, foi de 12.553 kg/ha. Em outro trabalho, Silveira et al. (2005) encontraram que o guandu (*Cajanus cajan*) foi capaz de absorver 100 kg/ha, 8 kg/ha e 40 kg/ha de N, P e K, respectivamente.

Oliveira et al. (2002), estudando cultivos exclusivo e consorciado das espécies milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), milho (*Zea*

*mays* L.), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), verificaram que o milheto produziu 14.180 kg/ha de matéria seca, considerando que essa foi a espécie que mais acumulou e disponibilizou nutrientes para a cultura em sequência.

No entanto, sabe-se que, durante o processo de mineralização da matéria orgânica das espécies de cobertura do solo, ocorrem perdas de nutrientes por volatilização, lixiviação e escoamento superficial. Apesar disso, estima-se que entre 60% a 70% do N encontrado na biomassa vegetal é ciclado e novamente absorvido pelas plantas cultivadas em sequência. O potássio, como não participa de componentes funcionais e estruturais das plantas, é rapidamente liberado para o solo, podendo ser absorvido pelas plantas ou, dependendo do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions (CTC) e da textura do solo, ser perdido por lixiviação (BRAZ et al., 2010).

A eficiência da ciclagem pelas espécies de cobertura para o algodoeiro, ou espécie subsequente, ainda está sendo avaliada pela pesquisa, mas a mobilização de tais quantidades de nutrientes é algo benéfico para os cultivos e pode contribuir para o aumento da produtividade e redução dos custos de produção (SALTON; LAMAS, 2011). Vale ressaltar que, para uma espécie ser eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura cultivada em sucessão (BRAZ et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2002).

**Tabela 3.** Quantidade de macronutrientes liberados com a decomposição da palha de diferentes culturas de entressafra durante o ciclo da cultura do algodoeiro, em Santa Helena de Goiás, GO, safra 2008-2009.

| Espécie  | Total liberado (kg/ha) |         |          |        |          |
|--|------------------------|---------|----------|--------|----------|
|  | Nitrogênio             | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio |
| <i>Brachiaria decumbens</i>                                  | 53                     | 11      | 141      | 5      | 10       |
| <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu                      | 83                     | 15      | 167      | 18     | 27       |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Massai                            | 53                     | 8       | 137      | 38     | 12       |
| <i>P. maximum</i> cv. Massai + <i>Crotalaria spectabilis</i> | 60                     | 10      | 199      | 38     | 20       |
| Milheto ADR 500  | 65                     | 8       | 64       | 24     | 9        |
| <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã                        | 48                     | 10      | 100      | 17     | 9        |
| <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i>        | 83                     | 13      | 78       | 41     | 19       |
| <i>Brachiaria ruziziensis</i>                                | 54                     | 14      | 130      | 44     | 20       |
| <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés                       | 29                     | 8       | 189      | 25     | 10       |

Fonte: Salton e Lamas (2011).

#### 4. Melhoria da estrutura do solo

O acúmulo de material orgânico no SSD, ao longo do tempo, tem origem na ausência de revolvimento do solo, resultando em menores taxas de decomposição do material orgânico sobre a superfície do solo, além do contínuo crescimento de raízes propiciado pelas espécies de cobertura. Isso é fundamental para a melhoria e manutenção de uma boa agregação do solo, mas, quando há o revolvimento do solo, o material orgânico fica mais suscetível ao ataque de microrganismos do solo.

A quantidade de restos vegetais na superfície do solo tem grande influência na agregação do solo, pois, mesmo que não haja revolvimento da camada arável no SSD, a mobilização da camada superficial no momento de semeadura atua na incorporação de resíduos vegetais e influencia na agregação dos constituintes sólidos do solo nessas camadas superficiais (GARCIA; ROSOLEM, 2010).

As gramíneas, por propiciarem maior produção e persistência de matéria seca, comparadas com as leguminosas, possibilitam maior agregação do solo, na camada de 0 -10 cm. A influência benéfica das espécies de cobertura, sobretudo das gramíneas, é resultado da alta densidade de raízes (Figura 2), que promove a aproximação das partículas de solo pela constante absorção da água no perfil do solo, às periódicas renovações de raízes e à grande e uniforme distribuição de secreções pelas raízes, fatos estes que estimulam a atividade microbiana e a formação e estabilização dos agregados (BRAZ et al., 2010, GARCIA; ROSOLEM, 2010).

A formação de macroagregados está diretamente relacionada à melhor estrutura, que resulta em maior permeabilidade e retenção de água, aeração, crescimento de raízes, atividade biológica, proteção da matéria orgânica e, conseqüentemente, seu acúmulo no solo.

Ao avaliar oito espécies de cobertura do solo, Andrade et al. (2009) observaram que o milho consorciado com braquiária, a crotalária e o guandu resultaram na maior macroporosidade e também na menor densidade do solo. Garcia e Rosolem (2010) concluem que a maior produção de matéria seca e o crescimento das raízes das gramíneas utilizadas como plantas de cobertura influenciam a maior agregação do solo nas camadas superficiais.



Fig. 2. Desenvolvimento das raízes de *Brachiaria ruziziensis* no SSD, até 60 cm de profundidade, antes da dessecação e semeadura do algodoeiro.

#### 5. Controle de plantas daninhas

Com o adequado aporte de palha no SSD, o controle de plantas daninhas pela palha pode ser superior a 90% (MATEUS et al., 2004). A cobertura morta, proveniente da rotação de culturas e da espécie formadora de palha, desempenha importante papel na redução da germinação das sementes das plantas daninhas, graças aos processos físico, biológico e químico. O físico é mais comum para sementes que demandam de certa amplitude térmica diária para iniciar o processo germinativo ou para as sementes que precisam de luz para germinar. A camada de palha também dificulta a emergência das plântulas e diminui as chances de sobrevivência daquelas provenientes de sementes com baixa quantidade de reservas. O efeito químico geralmente está relacionado à interferência de uma espécie de planta sobre outra, via liberação de substâncias químicas, que inibem o crescimento das outras espécies, ou mesmo provocam a sua morte; às alterações na relação C:N; à imobilização e ciclagem de nutrientes. Quanto ao processo biológico, o SSD cria condições ambientais favoráveis para a atividade biológica do solo (macrofauna e microrganismos), especialmente nas camadas mais superficiais. De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na degradação e perda de viabilidade dos diversos tipos de sementes e plântulas no solo.

Nas condições de Mato Grosso, Lamas e Staut (2005) verificaram que a palha de *Brachiaria ruziziensis*, tanto em cultivo solteiro como em consórcio com as leguminosas crotalária e guandu,

diminuiu significativamente a população de plantas daninhas na cultura do algodoeiro. Correia et al. (2006) observaram que a emergência de picão-preto (*Bidens pilosa*), de caruru (*Amaranthus* spp.), de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e de gramíneas foi menor nas coberturas formadas por palhada de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. A biomassa seca das espécies *B. ruziziensis*, *B. ruziziensis* + *Crotalaria juncea* e *B. ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis* dificultou a infestação de plantas daninhas até a época de semeadura do algodão, e reduziram a incidência de plantas daninhas durante os estádios iniciais de desenvolvimento do algodoeiro (FERREIRA; LAMAS, 2010).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) tem apresentado bons resultados na redução da emergência de plantas daninhas (RIZZARDI et al., 2006). Ferreira e Lamas (2010) observaram que o nabo forrageiro, semeado no Cerrado do Estado de Goiás, em região de 560 m de altitude, após a colheita de soja precoce, diminuiu a incidência de plantas daninhas por ocasião da primeira aplicação dos herbicidas dessecantes. Entretanto, em menos de 70 dias após a emergência, o nabo já estava praticamente sem folhas e seco, e praticamente não protegeu o solo em razão da ínfima quantidade de palha formada e da rápida decomposição de seus resíduos. Nesse mesmo trabalho, a produtividade do algodoeiro diminuiu quando ele foi cultivado na área onde antes havia sido cultivado nabo, aveia-preta (*Avena strigosa*) e nabo consorciado com aveia.

Dessa forma, a utilização de algumas espécies de cobertura para compor o sistema de rotação com o algodoeiro pode resultar na redução do custo de produção pela menor necessidade de aplicação de herbicidas, sem comprometer a produtividade do algodoeiro.

## 6. Controle de fitonematóides

Um problema que tem se tornado comum na cotonicultura brasileira diz respeito aos fitonematóides. Como forma de manejo, é fundamental que as espécies formadoras de palha e as culturas (espécies e cultivares) que integram o sistema de rotação com o algodoeiro não sejam fontes hospedeiras e de multiplicação de

nematóides, sobretudo das espécies *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*. Asmus et al. (2005) observaram que as culturas de nabo forrageiro e braquiária, utilizadas como cobertura de outono/inverno no SSD, permitiram maior redução na população de *R. reniformis* quando comparadas com outra área mantida livre de plantas daninhas por meio de capinas manuais. Contudo, no caso do nabo forrageiro, é comum seu efeito quimicamente interferente sobre o algodoeiro, no qual se observa dificuldade de emergência e redução de vigor. Para minimizar esse problema e aproveitar os benefícios da redução da população do nematoide reniforme com a utilização dessa cultura de cobertura, é necessário que o manejo do nabo forrageiro seja realizado pelo menos 15 dias antes da semeadura do algodoeiro (ASMUS et al., 2005).

Algumas espécies de gramíneas têm mostrado efeito antagonista sobre fitonematóides e, em certas circunstâncias, essas plantas podem ser muito adequadas. Elas se encaixam em esquemas de rotação com plantas anuais, podem ser usadas como cultura de cobertura e também podem ser usadas como pastagem. Já foi comprovado, também, que as secreções das raízes de algumas gramíneas podem afetar fungos fitopatogênicos do solo, como os do gênero *Fusarium*, *Verticillium* e outros. Outras espécies indicadas para áreas infestadas com fitonematóides são as do gênero *Crotalaria*, sendo consideradas supressoras de *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* (SPARRAGO et al., 1999; WANG et al., 2001).

## 7. Manutenção da umidade

A presença de palha na superfície do solo (Figura 3) previne a evaporação e reduz a taxa de evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o dossel destas não cobre totalmente o solo. Stone et al. (2006) observaram que as palhas de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e de mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), por causa da maior produção de matéria seca, propiciaram menores perdas de água por evapotranspiração na lavoura de feijão, em comparação com guandu anão (*Cajanus cajan* L.), com milheto (*Pennisetum glaucum* L.), com estilosantes (*Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão) e com crotalária (*Crotalaria juncea* L.).



Fotos: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira.



Fig. 3. Algodoeiro no sistema de semeadura direta cultivado sobre palha de *Brachiaria ruziziensis*.

## Limitações do Uso de Espécies de Cobertura

No SSD, o manejo de pragas pode ser mais complexo, pois alguns insetos apresentam hábitos polípagos, como as pragas presentes no solo (lagarta-elasma - *Elasmopalpus lignosellus*; percevejo-castanho - *Scaptocoris castanea*; coró - *Diloboderus abderus* e lagarta-rosca - *Agrotis ipsilon*) e pragas de parte aérea (lagarta spodoptera - *Spodoptera* sp. e percevejos da soja, especialmente o *Euschistus heros*). Alguns desses insetos, a exemplo da ordem lepidoptera, podem atacar a soja, o milho, o algodão e até as espécies formadoras de palha, como o milheto, as braquiárias e os panicuns. Dessa forma, as espécies que integrarão o SSD devem ser estrategicamente selecionadas, e o monitoramento e o manejo deverão ser muito criteriosos.

Outra limitação que pode ocorrer com o uso de espécies de cobertura é a imobilização de nitrogênio quando a palha proveniente da espécie de cobertura apresentar elevada relação C:N, fato comumente encontrado em palha de gramíneas. A velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio dos resíduos culturais de plantas de cobertura é inversamente proporcional às relações C:N e lignina:N total, e diretamente proporcional às concentrações de N total na fitomassa e de N e C na fração solúvel em água (AITA; GIACOMINI, 2003).

Assim, durante a fase inicial de decomposição da palha sobre o solo, é comum a imobilização de nutrientes, sobretudo do nitrogênio, principalmente quando a palha residual e a cultura sucessora são gramíneas. Caso o algodão seja cultivado em sucessão às gramíneas, cujos resíduos deixados sobre o solo possuem elevada relação C:N, pode

ocorrer a deficiência de nitrogênio em decorrência da possível imobilização do nitrogênio inorgânico pela biomassa microbiana (CARVALHO et al., 2007); e, se o nitrogênio não estiver disponível, pode prejudicar o desenvolvimento inicial da cultura. Esse fato justificaria a antecipação da primeira adubação de cobertura, normalmente realizada na fase B1 (MARUR; RUANO, 2001), visando evitar possível deficiência de nitrogênio e estimular o crescimento vegetativo (CARVALHO et al., 2007).

Aita e Giacomini (2003) sugerem a associação de leguminosas e gramíneas como alternativa para minimizar a imobilização de N. Essa associação, além de proteger o solo e adicionar N, possibilita a produção de biomassa seca com relação C:N alta (gramínea) e com relação C:N baixa (leguminosa), de forma que a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais não seja tão alta e o fornecimento de N à cultura comercial não seja baixo, como seria com o uso apenas da gramínea.

## Manejo das Plantas de Cobertura

De modo geral, no Cerrado, a semeadura de *Brachiaria ruziziensis*, sorgo, milheto, crotalária e capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) no início do período chuvoso, objetivando a formação de palha em menos de 60 dias, não tem possibilitado adequado aporte de matéria seca para o SSD, e em pouco tempo de cultivo do algodão a cobertura acumulada no solo é decomposta. Essas espécies de cobertura apresentam melhores resultados quando semeadas no final do verão, entre fevereiro até meados de março, após a colheita da soja ou de outra cultura de primeira safra. Esta deve ser de ciclo precoce, de modo que permita

a semeadura da espécie de cobertura até o final do verão, possibilitando o seu estabelecimento na área durante o período compreendido entre os meses de março e início de maio, antes de finalizar o período chuvoso na região.

A dessecação das plantas de cobertura do solo deve ser realizada, no mínimo, 15 dias antes da semeadura da cultura principal, para que a espécie morra e propicie adequada semeadura e estabelecimento do algodoeiro. Esse prazo é variável em virtude da espécie a ser manejada, da quantidade de palha e das condições climáticas após a aplicação do herbicida. Em alguns casos, como o do nabo forrageiro e do azevém, o período entre a dessecação e a semeadura deve ser maior, de modo a reduzir possíveis interferências químicas dessas espécies de cobertura sobre a lavoura que será implantada. Em relação a algumas espécies de cobertura, como a *Crotalaria juncea*, a *C. spectabilis*, *Panicum maximum* cv. Mombaça, cv. Tanzânia, cv. Aruanã e cv. Massai, *Paspalum atratum* cv. Pojuca, um problema observado é a dificuldade de manejo por meio de herbicidas dessecantes, pois elas são de difícil controle e rebrotam com grande facilidade (FERREIRA et al., 2010; FERREIRA; LAMAS, 2010). Essas espécies, em algumas situações, necessitam da aplicação de mais de um herbicida dessecante (glifosato, paraquat, flumioxazina), às vezes em doses elevadas e com mais de uma aplicação, onde o período entre a dessecação e a semeadura normalmente é superior a 24 dias. Às vezes, há necessidade de passagem de um destruidor de restos culturais, após a aplicação dos herbicidas de dessecação, para triturar a palha e facilitar a semeadura do algodão. Já o milheto, o sorgo, o capim-pé-de-galinha (*E. coracana*) e a *Brachiaria ruziziensis* são espécies que são controladas facilmente com apenas uma aplicação de herbicida dessecante, na dose recomendada pelos fabricantes.

## Considerações Finais

Cada região tem suas particularidades ambientais, notadamente no que dizem respeito ao solo e clima, de modo que são importantes os estudos para a seleção de espécies para formação de palha, bem como a avaliação de outras culturas de safra e segunda safra ou safrinha, consorciadas com braquiária ou outras espécies, que possam corroborar no aperfeiçoamento do sistema, possibilitando mais alternativas de alimento ao homem e animais e renda aos agricultores.

Com os resultados obtidos pelas pesquisas, verifica-se a viabilidade do cultivo do algodoeiro no SSD, nas condições de Cerrado. Com base nos resultados das características de produção de matéria seca, facilidade de dessecação, persistência de palha e produtividade do algodoeiro, pode-se afirmar que as espécies *Brachiaria ruziziensis* (solteira), *B. ruziziensis* + *Crotalaria juncea* e *B. ruziziensis* + *C. spectabilis*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *P. maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, *B. brizantha* cv. Xaraés, *Sorghum bicolor* cv. Santa Eliza, *Pennisetum glaucum* (milheto) são adequadas para o cultivo do algodoeiro no sistema de semeadura direta.

Inicialmente, sugere-se ao agricultor a adoção do SSD com as espécies de fácil manejo, a exemplo da *Brachiaria ruziziensis*, do sorgo e do milheto; e, com o decorrer do tempo e das experiências acumuladas, a utilização da *B. brizantha*, e depois das espécies do gênero *Panicum*.

## Referências Bibliográficas

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALVARENGA, R. C.; LARA, C. W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1085-1096, 2003.
- ANDRADE, R. da S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Culturas de cobertura e qualidade física de um latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 411-418, 2009.
- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, F. R. et al. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 873-928.
- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; GARGNIN, R. A. Efeito de coberturas vegetais na população de

**Rotylenchulus reniformis do solo e na produção de algodão.** Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 20 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25).

BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. Produtividade de palhada de plantas de cobertura. In: SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. (Ed.). **Plantas de cobertura dos solos do cerrado.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e Feijão, 2010. 218 p.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acúmulo de nutrientes em folhas de milho e dos capins Braquiária e Mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.

CARVALHO, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; ALCÂNTARA, F. A.; RESCK, I. S.; LEMOS, S. S. Characterization by solid-state CPMAS <sup>13</sup>C NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 102, n. 1, p. 144-150, 2009.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, A. C. B. **Manejo de solos aptos à cotonicultura no cerrado.** Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p. 193-224.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 546-553, 2010.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 57, p. 778-786, 2010.

GARCIA, R. A.; ROSELEM, C. A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1489, 2010.

GONÇALVES, S. L.; SARAIVA, O. F.; TORRES, E. **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de milho e soja.** Londrina:

Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.6).

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Dourados, EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 37-49.

JOHNSON, M. D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, n. 6, p. 1547-1552, 1985.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. da. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. **Espécies vegetais para cobertura de solo no Cerrado de Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 97).

LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo.** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115 p.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 313-317, 2001.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISLOI, E. Palhada de sorgo guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 539-542, 2004.

MUZILLI, O. A. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., Ponta Grossa, 2000. **Anais.** Ponta Grossa, Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 1-16.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 943-978, 2006.



OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PAVINATO, A. Entraves para a cultura do algodoeiro em sistema plantio direto. In: 8o ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8., 2005, Tangará da Serra. **Anais...**, Tangará da Serra: Sanches, 2005. p. 162 -166.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOLVALHO, M. C.; BOER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 94-101, 2008.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S. I. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006.

SALTON, J. C.; LAMAS, F. M. Integração lavoura-pecuária e o cultivo do algodoeiro nos cerrados. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2. ed. Aparecida de Goiânia, GO: Mundial, 2011. p. 473-494.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG: 2004. p. 117-169.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.;

TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 133-138, 2005.

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P. dos; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 76, n. 1, p. 39-58, 2004.

SPARRAGO, G.; BARREIRO, J. M.; RUALES, C.; BIECHE, B.J. Comparison of the reproduction of *Meloidogyne* populations on roots of *Crotalaria spectabilis* and processing tomato varieties with the Mi gene. **Acta Horticulturae**, v. 487, p. 267-270, 1999.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A.; BRAZ, A. J. B. P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 577-582, 2006.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 609-618, 2005.

WANG, K.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*. **Nematropica**, v. 31, p. 235-249, 2001.

**Circular Técnica, 132** Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Algodão**  
 Endereço: Oswaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174  
 Fone: (83) 3182 4300  
 Fax: (83) 3182 4367  
 E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2011): Versão eletrônica

Ministério da  
 Agricultura, Pecuária  
 e Abastecimento



**Comite de Publicações** Presidente: Odilon Reny Ribeiro Ferreira Silva  
 Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de S. Filho  
 Membros: Augusto Guerreiros Fontoura Costa, Gilvan Barbosa Ferreira, João Luis da Silva Filho, João Paulo Saraiva Moraes, Liziane Maria de Lima, Marleide Magalhães de Andrade Lima, Valdinei Sofiatti e Virgínia de Souza Columbiano Barbosa

**Expedientes:** Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de S. Filho  
 Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho  
 Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro  
 Tratamento das ilustrações: Geraldo F. de S. Filho  
 Edição eletrônica: Geraldo Fernandes de S. Filho